

DISPOSITIF D'AMORÇAGE A TEMPS PROGRAMMABLE

La présente invention concerne le domaine des mécanismes de mise à feu électrique et, plus particulièrement, celui des dispositifs d'amorçage d'un détonateur d'allumage pour projectiles, missiles, mines et bombes miniatures comportant une alimentation électrique et des moyens de temporisation de l'action d'un élément de mise à feu d'une amorce.

Il est connu d'utiliser des dispositifs d'amorçage comportant des moyens de temporisation de l'action d'un élément de mise à feu de l'amorce.

Ces moyens de temporisation sont généralement électroniques et leur défaillance peut conduire à une action prématurée de l'élément sur l'amorce et donc à l'explosion de l'engin auquel ils sont associés. Il va de soi que cette explosion peut avoir des conséquences graves sur le ou les utilisateurs.

Pour éviter ce problème, le brevet FR2670576 décrit un dispositif de neutralisation ou d'engins de combat comportant un boîtier, une chaîne pyrotechnique désactivée par des moyens de sûreté mécanique, en l'occurrence une horloge, et une minuterie pouvant être réglée par des moyens de transmission.

Toutefois, un tel dispositif présente un inconvénient lorsque l'on souhaite amorcer simultanément plusieurs engins de neutralisation. En effet, il est nécessaire de programmer chacune des minuteries en tenant compte du temps mis pour programmer les précédentes. Une telle programmation ne peut donc être qu'imprécise et conduit à des explosions successives puisque ne permettant pas la simultanéité de plusieurs mises à feu.

L'un des buts de l'invention est de pallier ces inconvénients en proposant un dispositif d'amorçage électronique ou électromécanique sûr et dont la programmation de la temporisation peut être réalisée simultanément sur plusieurs dispositifs d'amorçage dans le but d'obtenir une synergie parfaite.

Aussi, selon l'invention, un dispositif d'amorçage d'un détonateur, comporte une alimentation électrique fournissant une première intensité, à un circuit comportant des moyens de temporisation de l'action d'un élément de mise à feu d'une amorce et à des moyens aptes à générer, à l'expiration de la durée de temporisation, une deuxième intensité suffisante pour actionner ledit élément, la première issue de l'alimentation, ne l'étant pas.

Selon une caractéristique particulière, ces moyens sont constitués par un condensateur, des moyens de commutation, et des moyens de commande de ces moyens de commutation permettant de charger ce condensateur pendant un temps de charge (T_{p2}), puis de le décharger, ce déchargement provoquant l'action de l'élément sur l'amorce.

Selon une autre variante de l'invention permettant d'adjoindre de nombreux dispositifs connexes, un dispositif d'amorçage d'un détonateur comporte une alimentation électrique des moyens de temporisation de l'action d'un élément de mise à feu d'une amorce, et des moyens aptes à générer, à l'expiration de la durée de temporisation, une intensité suffisante pour actionner ledit élément, ces derniers
5 moyens comportant un condensateur, des moyens de commutation, et des moyens de commande de ces moyens de commutation permettant de charger ce condensateur pendant un temps de charge, puis de le décharger, ce déchargement provoquant l'action de l'élément sur l'amorce, les moyens de commande étant
10 constitués par un micro-contrôleur.

Par ailleurs, les moyens de commutation pouvant être constitués, par exemple, par des transistors.

Afin d'améliorer la flexibilité d'emploi du dispositif, il est préférable que les moyens de temporisation comportent des moyens de programmation de la durée de
15 temporisation, ces moyens pouvant être en tout ou partie intégrés au dispositif d'amorçage. Ces moyens peuvent, par exemple, consister en des roues codeuses ou en un micro-ordinateur.

Selon une caractéristique particulière, ces moyens consistent en des moyens extérieurs comportant une alimentation électrique, un micro-contrôleur, un
20 afficheur, deux interrupteurs de programmation et en des moyens de transfert constitués par des phototransistors.

Selon une autre caractéristique permettant d'éviter la neutralisation de l'engin par une personne non habilitée ou d'anticiper volontairement la mise à feu, un dispositif d'amorçage selon l'invention comporte des moyens de piégeage
25 pouvant consister en un circuit comprenant des moyens de commutation et dont l'ouverture provoque la mise à feu de l'amorce.

Enfin, l'invention a aussi pour objet un procédé de sécurisation d'un dispositif d'amorçage d'un détonateur du type comportant une alimentation électrique et des moyens de temporisation de l'action d'un élément de mise à feu de
30 l'amorce, caractérisé en ce qu'il consiste, à l'expiration de la durée de temporisation, à charger un condensateur puis à le décharger pour provoquer la mise à feu.

D'autres avantages et caractéristiques de la présente invention apparaîtront dans la description de plusieurs variantes de réalisation, en regard des figures annexées parmi lesquelles :

- 35
- la figure 1 présente un schéma général simplifié du dispositif selon l'invention,
 - la figure 2 montre un schéma des principaux moyens de programmation,
 - sur la figure 3, est représentée une variante de réalisation de l'invention.

- la figure 4 montre un schéma des moyens extérieurs de programmation selon une variante particulière de réalisation de l'invention.

- la figure 5 montre un mode de réalisation particulier de l'invention.

La figure 1 montre un schéma des principaux moyens constitutifs d'un dispositif de mise à feu d'une amorce de détonateur selon l'invention. Ces moyens sont du type comportant un boîtier à l'intérieur duquel sont disposés des moyens d'alimentation électrique 10 d'un circuit comprenant principalement une résistance 12 de mise à feu de l'amorce 13, des moyens 20 de fermeture du circuit ainsi que des moyens 30 de temporisation de la mise à feu après fermeture du circuit.

Les moyens 10 d'alimentation sont constitués par deux piles au lithium délivrant une tension de 6V.

Dans cette variante de réalisation, les moyens 20 de fermeture du circuit sont constitués par un verrou mécanique 21 à deux positions A et C qui est relié à une clé 22 en forme de U, placée dans un rétreint sur l'extérieur du boîtier et dont la rotation permet de placer le verrou dans la position souhaitée.

Comme montré sur la figure 2, les moyens 30 de temporisation de la mise à feu comportent des moyens 32 de programmation d'une durée de temporisation, des moyens 34 de commutation du circuit d'alimentation de la résistance 12 d'amorçage ainsi qu'un condensateur 36 fournissant une intensité I2 lors de sa décharge, l'intensité I1 du courant de charge de ce condensateur étant insuffisante pour provoquer la mise à feu de l'amorce.

Dans cette première variante de réalisation, les moyens de programmation 32 sont constitués par des roues codeuses 38 et par un micro-contrôleur 40. Ces roues codeuses sont lumineuses de manière à permettre la programmation aussi bien la nuit que le jour.

Le micro-contrôleur 40 commande l'ouverture et/ou la fermeture des moyens de commutation 34.

Comme montré sur la figure 3, ces moyens 34 de commutation comportent des premiers moyens 41 constitués par un dispositif électromécanique de sécurité 41 comprenant une horloge mécanique, associée à un inverseur mécanique qui est normalement en position ouvert et qui ferme le circuit à l'expiration d'une durée prédéterminée de fonctionnement de cette horloge.

Ils comportent des seconds moyens constitués par un transistor 50 dont la source est reliée à l'alimentation 10, la grille au micro-contrôleur 40 et le drain à l'entrée de l'inverseur de l'ensemble électromécanique 41, et un transistor 55 dont la source est reliée à la résistance d'amorçage 12, la grille au micro-contrôleur 40 et le drain à la sortie de l'inverseur.

Des troisièmes moyens sont constitués par un interrupteur 65, à fermeture temporisée, disposé entre l'alimentation électrique 10 et le micro-contrôleur 40.

De plus, le drain 53 du transistor 50 est connecté à un transistor 60 de court circuit lui-même relié au micro-contrôleur 40 et à la masse.

En outre, des résistances 70,71,72 de limitation de l'intensité du courant sont disposées sur le circuit en amont des moyens électromécaniques et entre le micro-contrôleur et le transistor 55 de sorte que, en cas de défaillance des transistors et des moyens électromécaniques, la résistance d'amorçage 12 soit traversée par un courant dont l'intensité est insuffisante pour provoquer l'amorçage du détonateur.

De surcroît, des moyens de signalisation 81 et 80 sont disposés respectivement en aval de l'interrupteur à fermeture temporisée 65 et en parallèle de la résistance d'amorçage 12.

Enfin, les moyens 35, constitués par les éléments 10 et 36, sont aptes à générer, à l'expiration de la durée de temporisation, une intensité I2 suffisante pour actionner la résistance d'amorçage 12, l'alimentation 10 fournissant une intensité I1 apte à charger le condensateur et ce dernier fournissant une intensité I2 lors de sa décharge.

Dans ce mode de réalisation, où les moyens de programmation sont constitués par des roues codeuses 38, lorsque le verrou mécanique 21 est en position A, tous les moyens électroniques sont à la masse tandis que dans la position C, tous les moyens électroniques sont alimentés mais le condensateur 36 n'est, dans tous les cas, connecté au circuit d'alimentation, qu'après un délai de sécurité généré par le dispositif électromécanique de sécurité 41.

Dans une seconde variante de réalisation, les moyens de programmation sont constitués par un dispositif extérieur de programmation 100 et par des moyens de transfert d'informations, par contact direct telle une prise RS232 ou du type émission /réception, par exemple avec des photo-transistors. Dans ce cas les moyens de fermeture du circuit sont, de préférence, constitués par un verrou mécanique 21 à trois positions A, B et C, la position A dans laquelle tous les moyens électroniques sont à la masse, la position B dans laquelle le condensateur 36 est à la masse et les autres moyens électroniques sont alimentés, la position C qui suit la position B et dans laquelle le condensateur 36 est connecté au circuit après un délai de sécurité généré par le dispositif électromécanique de sécurité 41.

Le dispositif extérieur 100 peut être constitué par un micro-ordinateur du type portable dans lequel un logiciel est introduit, ce logiciel permettant à l'utilisateur d'indiquer notamment le moment de la mise à feu soit sous la forme d'une date, nécessitant alors l'introduction de la date de programmation si elle n'existe pas déjà

dans le micro-ordinateur, soit sous la forme d'une durée de retard. Après confirmation de la programmation par l'utilisateur, les données sont transmises, via une prise du type RS 232, à un ou plusieurs dispositifs d'amorçage simultanément.

Ce dispositif extérieur 100 peut aussi être constitué par un ensemble comprenant une alimentation électrique 110, un micro-contrôleur 140, un afficheur 145, deux interrupteurs de programmation 146, 147, et d'un interrupteur marche/arrêt 112, et les moyens de transfert comprennent des phototransistors, 148, 149 associés à des phototransistors disposés dans le boîtier.

La sélection des paramètres est, dans ce cas, effectuée via un menu déroulant préprogrammé. L'affichage des données s'effectue par bloc et tous les paramètres liés à un bloc apparaissent les uns à côté des autres de sorte qu'une vue globale de l'évolution de chacun d'entre eux est maintenue en cours de programmation du bloc.

Il y a les quatre blocs suivants :

DATE : correspondant à la date de la programmation

DIRECT : c'est la durée de la temporisation avant l'amorçage du détonateur.

CALENDRAIRE : c'est la date à laquelle l'amorçage doit avoir lieu.

TRANSMISSION : la validation de ce bloc provoque le transfert des données programmées vers l'allumeur.

Concernant les deux interrupteurs 146, 147, l'un a pour fonction de valider la proposition de donnée affichée et d'afficher la première donnée du paramètre suivant qui peut être du même bloc ou la première du bloc suivant.

De plus un module de piégeage 200 du type à ouverture de contact est ajouté aux moyens décrits dans la première variante de réalisation précédemment cités. Ce module est constitué par un circuit fermé, alimenté par les moyens d'alimentation précédemment décrits et comprenant un certain nombre de contacteurs dont le mode d'ouverture dépend du type de piégeage, et relié au micro-contrôleur 40. A titre d'exemple, ces contacteurs peuvent être à ouverture télécommandée à distance, ou inertielle, ou plus simplement un fil de trébuchement reposant sur le sol dans l'environnement de l'allumeur.

Le fonctionnement d'un dispositif selon l'invention, dont la programmation est réalisée par un dispositif extérieur 100, est le suivant :

Les piles sont placées dans le boîtier avant son utilisation et le verrou mécanique 21 est en position A, les moyens 20 et 30 n'étant donc pas électriquement alimentés.

L'utilisateur dégage ensuite la clé 22 du rétreint du boîtier puis procède à une rotation de cette dernière jusqu'à la position B dans laquelle le condensateur 36 est à la masse et les autres moyens électroniques sont alimentés. Le circuit de

réception comporte deux phototransistors 48,49 placés au plus près d'une partie du boîtier qui est transparente au rayonnement émis par les phototransistors 148,149 du dispositif 100. En outre, le boîtier comporte une encoche permettant un positionnement précis des phototransistors, respectivement des moyens de programmation 100 et des moyens de mise à feu, les uns en face des autres.

Après fermeture de l'interrupteur marche/arrêt, le micro-contrôleur de l'ensemble 100 commande le déroulement d'un menu qui s'inscrit par bloc sur l'afficheur 145, le passage au paramètre suivant d'un même bloc ou au bloc suivant s'effectuant par action sur l'un des interrupteurs de programmation 146,147, l'autre servant à la validation des paramètres et à leur transmission vers le dispositif de mise à feu.

Le menu peut, par exemple, comporter deux blocs, l'un concernant la durée D1 souhaitée de temporisation sous un format jour/heure/minute/seconde, soit quatre paramètres, et l'autre relatif à la validation de ces paramètres et à la transmission de ces paramètres via les phototransistors 148,149, 48,49.

Lorsque tous les paramètres sont validés, la validation du bloc TRANSMISSION provoque le transfert de ces paramètres du dispositif 100 au dispositif d'amorçage. En retour, le micro-contrôleur 40 renvoie une copie des paramètres reçus par le dispositif 100 qui vérifie leur conformité avec ceux émis précédemment et délivre un accusé réception libérant la transmission.

On voit que lorsque le moment de l'amorçage est choisi en mode calendrier, il est possible de transmettre les mêmes paramètres successivement ou simultanément, à une pluralité de dispositifs d'amorçage et donc de synchroniser tous les amorçages.

L'utilisation d'un micro-ordinateur rend cette opération de synchronisation encore plus aisée. En effet, il suffit de connecter le micro-ordinateur à chacune des prises du type RS232 des différents dispositifs d'amorçage à synchroniser puis de transférer simultanément les paramètres à tous ces dispositifs.

Les moyens de mise à feu sont ensuite positionnés sur un engin explosif adéquat. Dans le cas d'une mine, elle peut être positionnée sur l'objectif à détruire, par l'utilisateur qui, ensuite, procède à la rotation de la clé 22 jusqu'en position C puis à son retrait du boîtier afin d'empêcher tout accès, par une personne non habilitée, au verrou 21.

Dans cette position, le décomptage de la durée de temporisation D1, entamé lors de la libération de la transmission, se poursuit, tandis que l'horloge mécanique de temporisation des moyens électromécaniques de sécurité est déclenchée. A l'expiration d'un temps Tp1 préprogrammé de fonctionnement de

cette horloge, elle produit le basculement de l'inverseur mécanique 41 et donc la fermeture de la partie du circuit située entre le transistor 50 et le condensateur 36.

Aussi, dans tous les cas où la durée D1 de la temporisation programmée par l'utilisateur est inférieure au temps préprogrammé Tp1 ou en cas de défaillance du micro-contrôleur 40 ou des transistors 50, 55, 60, la mise à feu ne pourra éventuellement survenir, dans tous les cas, qu'après l'expiration de ce temps Tp1.

A l'issue du décomptage de la valeur D1, le micro-contrôleur 40 désactive le transistor 60 de court circuit, et active le transistor 50 qui devient alors passant. Le condensateur 36 se charge alors et à l'issue d'un temps préprogrammé Tp2, appelé temps de charge du condensateur, le micro-contrôleur 40 active le transistor 55 qui devient passant permettant alors la décharge du condensateur 36 au travers de ce transistor 55 et de la résistance d'amorçage 12, l'intensité I2 circulant dans cette dernière étant suffisante pour provoquer l'amorçage du détonateur.

La mise en charge du condensateur qu'à l'expiration d'une période de temporisation permet d'accroître la fiabilité du dispositif puisque aucun courant de fuite du condensateur n'intervient pendant cette période.

Il est à noter par ailleurs que pour des questions de sécurité, il est préférable que le temps de charge Tp2 du condensateur soit long par rapport à son temps de décharge. Ainsi, les dysfonctionnements qui se traduiraient par des commandes simultanées de tous les transducteurs (cas des effets EMP et nucléaires) n'auraient aucune conséquence.

De plus, le processus de charge du condensateur peut atteindre, à lui seul, une exigence de sûreté non dégradable. Le temps de sûreté est alors celui qui est juste inférieur au temps qui entraîne une charge significative du condensateur, c'est-à-dire apte à provoquer la mise à feu de l'amorce lors de sa décharge. Il est réglable par le courant de charge. Dans ce cas, un dispositif électromécanique de sécurité 41 n'est pas nécessaire, et ce, que la charge du condensateur s'effectue à la mise sous tension ou avant la mise à feu. Toutefois, dans les applications où le temps de sûreté est très long, et/ou lorsque le module de piégeage est utilisé, l'utilisation du dispositif électromécanique de sécurité 41 est requis.

Notamment dans le cas où les moyens 32 de programmation sont constitués par des roues codeuses 38 et par le micro-contrôleur 40, l'interrupteur à fermeture temporisée 65 peut être inséré dans le circuit de façon à générer un délai de sécurité Tp3 supplémentaire avant toute mise à feu lorsque l'utilisateur tourne la clé de la position A à la position C. Ce délai est, dans cette variante de réalisation, un délai de sécurité opérationnelle ; durant ce délai, qui fait partie intégrante de la durée D1, toutes les fonctions de commutation des transistors 50, 60, 55, du micro-contrôleur 40 sont inhibées.

Parallèlement, l'horloge mécanique de temporisation des moyens électromécaniques de sécurité 41 est déclenchée. A l'expiration d'un temps $Tp1$ préprogrammé de fonctionnement de cette horloge, elle produit le basculement de l'inverseur mécanique qui lui est associé et donc la fermeture de la partie du circuit située entre le transistor 50 et le condensateur 36.

L'interrupteur 65 et l'horloge constituent donc deux éléments de sécurité déclenchés simultanément et de nature différente, l'un électrique agit sur le micro-contrôleur 40 et l'autre, mécanique, agit sur le condensateur 36, l'amorçage du détonateur ne pouvant s'effectuer avant la valeur la plus élevée des temps $Tp1$ et $Tp3$.

Un autre mode de fonctionnement du dispositif précédemment décrit consiste à autoriser la mise à feu de l'amorce 13 via le module de piégeage 200 à l'expiration du plus long des délais $Tp1$ et $Tp3$, et ce, pendant toute la durée de temporisation programmée, et, le cas échéant, à inhiber les transistors 50 et 55 à l'échéance de cette temporisation, rendant ainsi le dispositif inerte et récupérable. Le temps de réaction entre l'actionnement du piégeage et la mise à feu de l'amorce est, dans ce cas, égal à $Tp2$.

Selon une variante de réalisation de l'invention, les moyens de temporisation peuvent être simplifiés comme présentés sur la figure 5. Le dispositif d'amorçage comprend alors une alimentation électrique 310, en l'occurrence des piles, un relais à ouverture temporisée 330, un relais à fermeture temporisée 335, un condensateur 336 et une résistance d'amorçage 12 de l'amorce 13.

Dès l'introduction des piles, les deux relais sont excités. Le relais 330 étant tout d'abord fermé, le condensateur se charge. Ce relais 330 s'ouvre après un temps $Tp4$, puis le relais 335 se ferme et le condensateur 336 se décharge alors dans la résistance 12, provoquant la mise à feu de l'amorce 13.

Dans le cas d'un amorçage par déplacement d'une pièce mécanique, la décharge du condensateur alimente un solénoïde dont l'activation provoque le déblocage de la pièce électromécanique qui amorce le détonateur.

Pour ce qui est des moyens de piégeage, la rupture accidentelle du fil de trébuchement ou l'ouverture d'un contacteur inertiel lorsque le dispositif d'amorçage est déplacé, provoquent l'amorçage du détonateur. Toutefois, pour des questions de sécurité, l'amorçage ne peut avoir lieu avant l'expiration des temps $Tp1$ de sécurité intrinsèque et $Tp3$ de sécurité opérationnelle engendrés par les moyens électromécaniques et/ou l'interrupteur temporisé 65.

REVENDICATIONS

1. Dispositif d'amorçage d'un détonateur comportant une alimentation électrique fournissant une première intensité (I1), à un circuit comportant des moyens (30) de temporisation de l'action d'un élément (12) de mise à feu d'une amorce (13) et à des moyens (35) aptes à générer, à l'expiration de la durée de temporisation, une deuxième intensité (I2) suffisante pour actionner ledit élément (12), la première (I1) issue de l'alimentation, ne l'étant pas.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens (35) sont constitués par un condensateur (36), des moyens de commutation (41, 50, 55), et des moyens de commande de ces moyens de commutation permettant de charger ce condensateur (36) pendant un temps de charge (Tp2), puis de le décharger, ce déchargement provoquant l'action de l'élément (12) sur l'amorce (13).

3. Dispositif d'amorçage d'un détonateur comportant une alimentation électrique des moyens (30) de temporisation de l'action d'un élément (12) de mise à feu d'une amorce (13), et des moyens (35) aptes à générer, à l'expiration de la durée de temporisation, une intensité suffisante pour actionner ledit élément (12), ces moyens (35) comportant un condensateur (36), des moyens de commutation (41, 50, 55), et des moyens de commande de ces moyens de commutation permettant de charger ce condensateur (36) pendant un temps de charge (Tp2), puis de le décharger, ce déchargement provoquant l'action de l'élément (12) sur l'amorce (13), les moyens de commande étant constitués par un micro-contrôleur (40).

4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 et 3, caractérisé en ce que les moyens de commutation sont constitués par des transistors (50,55).

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les moyens de temporisations comportent des moyens (32) de programmation de la durée de temporisation.

6. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que ces moyens de programmation (32) comportent au moins une roue codeuse (38) électriquement reliée au micro-contrôleur (40).

7. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que la roue codeuse (38) est luminescente.

5 8. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que ces moyens de programmation comportent des moyens extérieurs de programmation (100) ainsi que des moyens de transfert (101) des données programmées depuis ces moyens extérieurs jusqu'au micro-contrôleur (40).

10 9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que les moyens extérieurs comportent une alimentation électrique(110), un micro-contrôleur (140), un afficheur (145), deux interrupteurs (146,147) de programmation et en ce que les moyens de transfert sont constitués par des phototransistors (48,49,148,149).

15 10. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que les moyens extérieurs de programmation (100) sont constitués par un micro-ordinateur et en ce que les moyens de transfert d'informations (101) comportent une prise de connexion électrique reliée au micro-contrôleur (40).

20 11 Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens (41) mécaniques de temporisation.

25 12 Dispositif selon l'une quelconque des revendications 4 à 11, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens (200) de piégeages ou d'anticipation volontaire de la mise à feu de l'amorce (13).

13 Dispositif selon la revendication précédente, caractérisé en ce que ces moyens de piégeage comportent un fil de trébuchement relié au micro-contrôleur (40).

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

ETAT FRANCAIS représenté par le Délégué Général pour l'Armement

ET

STE JASON ENGINEERING S.A.

(Invention de MM BOYER et GILSON)

Pour

"DISPOSITIF D'AMORÇAGE A TEMPS PROGRAMMABLE"

ABREGE

L'invention concerne le domaine des mécanismes de mise à feu électrique et, plus particulièrement, un dispositif d'amorçage d'un détonateur comportant une alimentation électrique fournissant une première intensité (I1), à un circuit comportant des moyens (30) de temporisation de l'action d'un élément (12) de mise à feu d'une amorce (13) et à des moyens (35) aptes à générer, à l'expiration de la durée de temporisation, une deuxième intensité (I2) suffisante pour actionner ledit élément (12), la première (I1) issue de l'alimentation, ne l'étant pas.

Fig. 3